UNIVERSITÉ D'ALGER

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE D'ALGER

ANNÉE 1941 N° 1

Contribution à l'Etude de la Loi de PORCHER appliquée à un lait colostral de vache

Calcul de la constante moléculaire simplifiée

THÈSE

pour le Doctorat de l'Université d'Alger :
Mention Pharmacie

présentée et soutenue publiquement le 27 Juin 1941

par

GRIMAL EMILIEN

Né le 13 Décembre 1910 à ALGER

JURY

MM. MUSSO, *Professeur de Pharmacie*..... Président

PORTES, *Professeur de Physique médicale*..... } Juges

ROQUES, *Agrégé* (Histoire naturelle pharmaceutique)..... } Juges

MONNET, *Agrégé* (Pharmacie)..... } Juges

Imprimerie S. CRESCENZO 8, Rue Drouillet - ALGER Nord-Africaine

UNIVERSITÉ D'ALGER
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE D'ALGER
ANNÉE 1941 N° 1

Contribution à l'Etude de la Loi de PORCHER

appliquée à un lait colostral de vache

Calcul de la constante moléculaire simplifiée

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

THÈSE

pour le Doctorat de l'Université d'Alger :
Mention Pharmacie

présentée et soutenue publiquement le 27 Juin 1941

par

GRIMAL EMILIEN
Né le 13 Décembre 1910 à ALGER

JURY

MM. MUSSO, *Professeur de Pharmacie*..... Président

PORTES, *Professeur de Physique médicale*..... } Juges

ROQUES, *Agrégé* (Histoire naturelle pharmaceutique)..... } Juges

MONNET, *Agrégé* (Pharmacie)..... } Juges

Imprimerie S. CRESCENZO 8, Rue Drouillet - ALGER Nord-Africaine

UNIVERSITE D'ALGER

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Doyen	MM. LEBON (O. ✻, ⚕, I. ⬤).
Doyen honoraire	LEBLANC (✻, ⚕, I. ⬤).
Assesseur	CABANES (✻, ⚕, I. ⬤).

PROFESSEURS

Clinique médicale	MM. AUBRY (O. ✻, ⚕, I. ⬤).
Histologie et Embryologie	BENOIT (I. ⬤).
Clinique gynécologique	CABANES (✻, ⚕, I. ⬤).
Clinique chirurgicale	COSTANTINI (O. ✻, ⚕, I. ⬤).
Chimie biologique et médicale	ETTORI (A. ⬤).
Botanique et matière médicale	FOURMENT (I. ⬤, ⬤, O. ✻)
Hygiène, hydrologie et climatologie	GIBERTON (✻, A. ⬤).
Clinique obstétricale et puériculture du premier âge	LAFFONT (O. ✻. ⚕, I. ⬤).
Clinique thérapeutique médicale	LEBON (O. ✻, ⚕, I. ⬤).
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	LOMBARD (✻, ⚕, I. ⬤).
Anatomie pathologique	MONTPELLIER (I. ⬤).
Pharmacie	MUSSO (✻, I. ⬤).
Bactériologie	PINOY (✻, I. ⬤).
Clinique psychiâtrique	POROT (I. ⬤).
Physique médicale	PORTES (✻, ⚕, I. ⬤).
Clinique de maladies des pays chauds, des maladies syphilitiques et cutanées	RAYNAUD (✻, ⚕, I. ⬤).
Anatomie	DE RIBET (✻, ⚕, I. ⬤).
Parasitologie et zoologie médicale	SENEVET (✻, ⚕, I. ⬤).
Clinique ophtalmologique	TOULANT (✻, ⚕, I. ⬤).
Physiologie	TOURNADE (O. ✻, ⚕, I. ⬤).
Médecine légale	N...
Chimie générale pharmaceutique et toxicologie	N...
Clinique médicale et hygiène infantile	N...

PROFESSEURS HONORAIRES

M. ARGAUD (✻, ⚕, I. ⬤). M. LEBLANC (✻, ⚕, I. ⬤).
M. COURRIER (✻, ⚕, I. ⬤). WEBER (✻, ⚕, I. ⬤).

PROFESSEURS SANS CHAIRE

M. HOUEL (✻, ⚕, I. ⬤), agrégé pérennisé (Obstétrique).
M. FERRARI (✻, I. ⬤). agrégé (Chirurgie

AGREGES

Accouchements	MM. JAHIER.
Médecine	LACROIX (A. ⬤).
	THIODET (⚕).
	SARROUY (✻, ⚕).
Histologie	KEHL.
Chirurgie	CURTILLET.
	GOINARD.
	SABADINI (A. ⬤).
Anatomie pathologique	N...
Anatomie	N...
Chimie médicale	N...
Histoire naturelle pharmaceutique	ROQUES (A. ⬤).
Physiologie	N...
Pharmacie	MONNET.

AGREGES LIBRES

Physiologie	MM. BATTEZ.
Chirurgie	DUBOUCHER (I. ⬤).

NOTA. — La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

A MON PERE ET A MA MERE

A MON FRERE

A TOUS LES MIENS

A MON MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur MUSSO

Professeur de Pharmacie

Chevalier de la Légion d'Honneur

qui nous a inspiré ce travail.

En témoignage de notre profonde reconnaissance pour la grande bienveillance avec laquelle il nous a accueilli dans son laboratoire, et pour les marques de sympathie qu'il nous a toujours témoignées au cours de nos Etudes.

A MES JUGES

Monsieur le Professeur PORTES

Professeur de Physique Médicale

Chevalier de la Légion d'Honneur

Monsieur le Professeur agrégé ROQUES

Agrégé d'Histoire Naturelle Pharmaceutique

Monsieur le Professeur agrégé MONNET

Agrégé de Pharmacie

A MES MAITRES DE LA FACULTE

A TOUS MES AMIS

A MES CAMARADES D'ETUDES

Contribution à l'Etude

de la

Loi de PORCHER

appliquée à un lait colostral de vache

Calcul de la constante moléculaire simplifiée

Introduction

Le Professeur Ch. Porcher, *en 1906, a montré que* (1) : « *dans les laits normaux d'espèces diffé-* « *rentes et dans les laits pathologiques, il existe un* « **équilibre entre le lactose et le chlorure de sodium** », *c'est-à-dire qu'à un minimum de lactose correspond un maximum de chlorure de sodium, et inversement.*

Des auteurs français et étrangers ont vérifié cette notion sur de nombreux échantillons de lait, et établi des moyennes qui leur ont permis de conclure que c'est bien le minimum de lactose qui se trouve en face du maximum de chlorure, et inversement.

Mathieu *et* Ferré, *en 1914, se sont basés sur la loi émise par* Porcher, équilibre entre lactose et chlorure, *pour établir leur Constante moléculaire simplifiée, dans laquelle ils ne tiennent compte que de deux éléments cristalloïdes : le lactose et le chlorure de sodium. Ils additionnent les poids de lactose et de chlorure, ce dernier étant multiplié par un facteur de transformation : 11,9 et obtiennent ainsi la Constante moléculaire simplifiée apparente. Celle-ci subit une rectification qui tient compte du volume de la caséine et de la matière grasse. Cette nouvelle constante, rapportée au litre de lacto-sérum, est la Constante moléculaire simplifiée réelle.*

Elle a été proposée par les auteurs pour caractériser le mouillage des laits.

Monsieur le Professeur Musso, *au cours de ses nombreuses analyses de lait, avait remarqué que, dans les laits colostraux, l'équilibre entre le lactose et le chlorure de sodium avait tendance à se maintenir. Il nous a engagé à vérifier le fait sur le plus grand nombre d'échantillons possible.*

Porcher, *lui-même, dans son* Etude critique sur la valeur de la Constante moléculaire simplifiée, *a écrit les lignes suivantes* (1 bis) : « *Les laits colos-* « *traux n'ont fait l'objet que d'une courte observa-* « *tion de* MM. Sirot *et* Joret... *Il serait bon que* « *de nombreuses observations sur les laits colostraux* « *vinssent s'ajouter à celle-ci.* »

Dans ce travail, nous nous sommes proposé d'appliquer la loi de Porcher à des laits colostraux de vache et de vérifier si l'équilibre lactose + chlorure *se maintient dans cette sécrétion si différente du lait normal ; de même, nous avons appliqué aux laits colostraux la formule de la Constante moléculaite simplifiée qui avait été établie pour les laits normaux.*

M. Ismert, *Docteur vétérinaire, a eu l'amabilité de faire lui-même les prélèvements de lait colostral sur des vaches d'espèces différentes, reconnues saines, au moment du vêlage, jusqu'au jour où le lait est redevenu normal.*

Nous l'en remercions bien vivement.

Plan

Au cours de cette étude, nous envisagerons successivement :

Première Partie

Le Lait colostral.

Composition chimique.

Examen micrographique.

Deuxième Partie

Loi de Porcher sur la régulation de l'équilibre osmotique dans le lait.

La Constante moléculaire simplifiée.

Troisième Partie

Méthodes utilisées pour l'analyse des laits colostraux.

Quatrième Partie

Documents analytiques.

Interprétation des Résultats analytiques.

Conclusions.

Première Partie

Le Lait Colostral

Composition Chimique

Examen Micrographique

Le Lait Colostral

Le lait colostral ou colostrum est un liquide épais, visqueux, d'une couleur jaunâtre, d'une saveur fade et dont l'odeur rappelle celle du lait. Il est sécrété par les glandes mammaires avant et immédiatement après la parturition, et possède des propriétés légèrement purgatives.

Apparition du Colostrum.

Panisset, de concert avec Porcher, a étudié l'apparition du colostrum (2) : « Dès le début de la ges-
« tation, la mamelle sécrète, mais cette sécrétion peu
« abondante est retenue dans l'organisme ; néan-
« moins, le liquide est déjà du colostrum. Il reste
« sensiblement le même pendant toute la gestation,
« et c'est seulement après le part, dès que la vache
« a été tétée, que la sécrétion lactée devient abon-
« dante, et peu à peu perd les caractères du colos-
« trum pour prendre ceux du lait.

« Dès que la mamelle entre en activité, les cellules
« qui la composent n'ont qu'une manière de sécréter
« et ne fournissent qu'un seul produit : le lait.

« ... De nombreuses observations montrent que
« le colostrum n'est que du lait subissant la réten-
« tion dans la mamelle.

« L'auteur supprime la sécrétion colostrale en ef-
« fectuant la traite bien avant le part. Le colostrum
« prend rapidement l'aspect du lait, et, trente jours
« avant la mise bas, le liquide a tous les caractères
« du lait; il est seulement peu abondant, la montée
« ne s'effectuant jamais qu'à la naissance. Ces faits
« ne s'observent que chez les multipares. »

Composition Chimique

La composition chimique du lait colostral diffère considérablement de celle du lait normal.

Porcher a exprimé ce fait en disant (3) :

« Le Colostrum est un liquide d'une composition « très variable, car si l'on peut dire que pour une « espèce donnée, au cours d'une lactation, le lait, « sauf la matière grasse, reste sensiblement sem- « blable à lui-même, si l'on peut avancer, par con- « séquent, que pour cette espèce il est un lait type, « on ne saurait dire qu'il est un colostrum également « type correspondant.

« Il est toute une série de colostrums se différen- « ciant par leurs compositions chimiques, ce qui « permet de passer graduellement de l'un à l'autre. « Cependant, il est facile de donner du colostrum « une image qui l'éloigne nettement du lait, en le « considérant comme un mélange de lait et de sérum « sanguin ; c'est admettre que dans le colostrum, à « côté de la caséine, nous trouvons des proportions « très fortes d'albumine et de globuline. Et dans ce « cas, le colostrum coagule nettement à l'ébullition. « S'il le fait, c'est parce que sa charge saline est « forte. »

Nous allons donner quelques exemples de composition de laits colostraux de vache :

D'après Rodillon (4), la composition du lait colostral est la suivante :

Beurre	53 gr.
Lactose hydraté	50 gr.
Caséine	48 gr.
Cendres	8 gr.
Extrait sec	160 gr.

résultats pour 1 litre de lait.

Villiers, Collin, Fayolle (5), donnent une moyenne de résultats analytiques fournis par plusieurs échantillons de premiers laits colostraux :

	en poids
Eau	74,05 %
Extrait sec	25,95 %
Beurre	3,43 %
Caséine	2,66 %
Sucre de lait	4,66 %
Albumine	13,62 %
Cendres	1,58 %

Ces auteurs ont tiré les conclusions suivantes : « Le beurre et le sucre de lait y sont contenus à peu « près dans la proportion normale, mais on constate « une différence extrême dans la nature et le quan- « tum des matières albuminoïdes. Tandis que la « proportion de caséine ne dépasse pas celle exis- « tant dans le lait ordinaire et lui est même infé- « rieure, nous y trouvons par contre un nouvel élé- « ment l'albumine, dont le poids est au début cinq « fois plus grand que celui du lactose. »

H. Engel & Schlag (6) ont analysé des laits colostraux recueillis six, douze, vingt-quatre et quarante-huit heures après la mise bas. Ils concluent :

« 1° — La composition des colostrums, leur te- « neur en éléments sont spécifiquement différents « chez les vaches prises individuellement.

« 2° — Le degré d'acidité du lait colostral est « le plus élevé (18° Soxhlet) au début de la sécré- « tion; il diminue peu à peu et devient normal après « six ou douze jours.

« 3° — Le poids spécifique du colostrum recueilli « sitôt après la mise bas est très élevé (1.060-1.080).

« 4° — Le taux du lactose des premières traites « est très faible (2 % environ), mais il augmente « peu à peu et atteint un niveau normal en six ou « huit jours.

« 5° — Le taux du chlore est très variable, mais « cependant très élevé dans les premières traites « (0,148-0,163 Cl %).

« 6° — L'abaissement du point de congélation « du colostrum est très irrégulier, les premières trai- « tes donnent les chiffres les plus élevés.

$$\Delta = -0^{\circ}\,58 \text{ à } -0^{\circ}\,605$$

« 7° — La teneur en substances azotées, spécia- « lement en protéiques, solubles dans l'eau et coa- « gulables, est très élevée ; elle atteint son niveau « normal au bout de douze jours environ.

« 8° — La teneur en substance sèche est très « élevée et atteint son maximum dès les premières « traites (25,1 à 33,6 %).

« 9° — La teneur en matière grasse du colos- « trum oscille entre des limites très étendues : elle « est toujours plus élevée que chez le lait normal, « cependant le taux de la matière grasse, rapporté « à l'extrait sec est plus faible que chez le lait nor- « mal, quelquefois égal, dans certaines conditions.

« 10° — La période colostrale chez la vache saine « dure environ douze jours.

« 11° — Au bout de six jours, la matière grasse « colostrale est redevenue graisse de lait normal. »

Voici les résultats que nous avons obtenus au cours de l'analyse de plusieurs échantillons de laits colostraux d'une même vache, de la 1re traite jusqu'au jour où le lait est redevenu normal :

	Densité	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux
1re traite	1.055,4	2 gr. 99	27 gr.	38 gr.	98 gr.
2e »	1.044	2 gr. 45	32 gr.	36 gr.	48 gr.
3e »	1.035	1 gr. 55	47 gr.	36 gr.	42 gr.
4e »	1.036	1 gr. 60	47 gr. 50	35 gr.	43 gr.
5e »	1.033	1 gr. 45	49 gr.	34 gr.	37 gr.
6e »	1.033	1 gr. 40	50 gr. 50	34 gr.	32 gr.
7e »	1.032	1 gr. 39	51 gr. 40	35 gr.	30 gr.
8e »	1.031	1 gr. 40	51 gr.	33 gr.	29 gr. 50

Dès l'examen de ce tableau, nous remarquons qu'au cours des premières traites, la constitution chimique du colostrum est bien différente de celle d'un lait normal que nous obtenons à partir de la 6e traite.

En outre, si nous comparons ces deux laits, nous voyons que :

1° — La densité du colostrum, qui atteint 1,055 est nettement supérieure à celle du lait normal.

2° — La quantité des chlorures (2 gr. 40) est plus élevée (environ le double), tandis que le lactose a diminué de moitié.

3° — La proportion de beurre est plus forte dans le colostrum que dans le lait.

4° — La teneur en protides totaux est manifestement plus élevée, car, à côté de la caséine qui est normale dans un lait colostral, il existe des proportions très fortes d'albumine et de globuline qui amènent rapidement la coagulation par le chauffage.

Examen Micrographique

Au point de vue micrographique, le colostrum est caractérisé par la présence de globules graisseux agglomérés, liés par une matière visqueuse, au lieu d'être séparés comme dans le lait. On distingue aussi des éléments désignés par Donné sous le nom de « corps granuleux », d'une couleur gris-jaunâtre. Ils sont composés d'une multitude de petits grains liés entre eux et d'un ou plusieurs globules graisseux au centre, renfermés dans une enveloppe transparente. A côté de ces éléments, il existe des leucocytes polynucléaires.

Il nous sera donc facile de distinguer un lait colostral d'un lait normal, aussi bien par l'analyse chimique que par l'examen micrographique.

Deuxième Partie

Loi de Porcher sur la régulation de l'Equilibre Osmotique dans le Lait

La Constante Moléculaire simplifiée

Loi de Porcher sur la régulation de l'Equilibre Osmotique dans le Lait

Cette loi, établie pour des laits normaux de vache, s'énonce ainsi (6 bis) :

Le Chlorure de Sodium est le régulateur de la pression osmotique du lactosérum. Il augmente quand le lactose diminue, et inversement.

Porcher, au cours de ses nombreuses expériences, a remarqué que le facteur principal de la compensation qui se produit dans le lait entre les sels solubles et le lactose, n'est autre que le chlorure de sodium ou mieux le Chlore, car il existe aussi du chlorure de potassium dans le lait.

Voici les conclusions que Porcher a tirées de son étude sur « *Le balancement entre le chlorure de « sodium, molécule non élaborée, et le lactose, mo- « lécule élaborée, c'est-à-dire fabriquée par la cel- « lule mammaire elle-même* » :

« 1° — Le Chlorure de sodium est l'un des élé- « ments les plus variables du lait, il ne dépend pas « immédiatement de l'alimentation. »

Pagès (7) avait déjà remarqué « que des vaches « paissant dans les marais d'Aigues-Mortes man- « gent des plantes très salées alors que leur lait n'a « que 0,7 de chlore par litre. En donnant 60 gr. de « chlorure de sodium aux vaches, on n'augmente « pas le chlore de leur lait. »

Porcher ajoute : « Sa plus ou moins grande « abondance dans le lait découle d'un processus « purement physique, la régulation de l'équilibre « osmotique. Il semble donc qu'il doive être séparé « des autres matières minérales dont la présence « dans le lait a vraisemblablement des rapports « plus étroits avec le fonctionnement chimique du « tissu mammaire. »

« 2° — Dans toutes les analyses de lait four- « nies par de nombreux auteurs qui ont voulu éta- « blir des moyennes, c'est le maximum de sucre de « lait qui, naturellement, se trouve en face du mini- « mum de sel et, notamment, du chlorure de sodium. « C'est le minimum de lactose qui doit faire vis-à- « vis au maximum de matières minérales. »

Des auteurs ont confirmé ces données de Porcher. MM. Joly & Fihol (8) ont analysé « le lait d'une « jeune femme accouchée depuis dix mois n'ayant « pas nourri ». Ils ont remarqué que la quantité de chlorure de sodium était très abondante en présence d'une faible quantité de lactose.

Dans le Sud Algérien, Barthe, Chaput, Delluc (9) ont étudié des laits de chamelle, qu'ils ont

trouvés pauvres en lactose, mais riches en chlorure de sodium (cf. tableau dans *Le Lait* de PORCHER, 1923, page 18).

M. le Professeur BOGGILD (10), de Copenhague, a analysé des laits de vache, et il en donne un tableau (*Lait* de PORCHER, 1923, p. 19). On remarque dans son tableau que lorsque la quantité de lactose diminue, celle des chlorures augmente.

Au cours de notre travail, nous appliquerons la loi de Porcher à divers échantillons de laits colostraux, et nous rechercherons :

1° — Si le chlorure de sodium joue le rôle d'un compensateur vis-à-vis du lactose.

2° — Si le maximum de chlorure de sodium se trouve en face du minimum de lactose et inversement.

Cette loi a permis à MATHIEU & FERRÉ de déterminer la constante moléculaire simplifiée dans les laits normaux. Nous la calculerons pour les échantillons de laits colostraux.

La Constante Moléculaire simplifiée

La constante moléculaire simplifiée a été proposée en 1914 par MATHIEU & FERRÉ pour caractériser le mouillage des laits.

L'établissement de cette constante repose sur les deux lois suivantes : l'une purement physique : loi de Winter ; l'autre chimique : loi de Porcher.

1° — Loi physique : Loi de WINTER (1895).

Le lait fraîchement trait est en équilibre osmotique avec le sérum sanguin de l'animal qui le sécrète.

On peut dire alors que le lait et le sérum sanguin ont même concentration moléculaire.

Des expériences physico-chimiques ont montré qu'il existait aussi une égalité de points de congélation du lait et du sérum sanguin, c'est-à-dire une égalité de l'abaissement cryoscopique.

WINTER (11) nous dit : « Le sérum sanguin et « le lait ont la même température de congélation, et « cette température à l'état physiologique est cons-

« tante, elle est la même chez toutes les espèces « examinées. Cette constante répond à la tempéra- « ture de — 0° 555. » Cette donnée purement physique peut servir de base à une méthode d'appréciation du mouillage des laits, car l'addition d'eau à un lait normal produit une diminution du nombre des molécules, d'où il résulte une élévation du point de congélation.

Les premiers expérimentateurs de la méthode cryoscopique, introduite dans l'analyse du lait par WINTER, se virent en désaccord sur les limites entre lesquelles oscille normalement le point de congélation, les résultats étant faussés par l'altération du lait ou par l'addition d'un antiseptique.

D'autres études cryoscopiques du lait avaient été entreprises :

KOEPPE (12) avait constaté que les points de congélation du lait et du sérum sanguin correspondaient.

NAGELSCHMIDT & STRAUSS (12) avaient remarqué qu'en augmentant la concentration moléculaire du sang, celle du lait augmentait aussi dans les mêmes proportions.

M. STŒCKLIN (13) a repris l'étude cryoscopique du lait faite par WINTER. Il a donné comme limite inférieure du $\triangle = 0° 530$ et pour maximum 0° 556. L'écart étant faible entre le $\triangle$ minimum et le $\triangle$ maximum, on peut considérer ce résultat comme une *constante*.

La méthode cryoscopique peut très bien s'appliquer à un lait frais, mais, dans le cas d'un lait altéré ou additionné d'un antiseptique (par exemple : le bichromate de potassium), elle reste en défaut, car il faudrait des calculs de rectification pour remonter au $\triangle$ originel.

Comme cette *constante purement physique* est difficile à déterminer, MATHIEU & FERRÉ se sont basés sur la loi de Porcher pour établir leur *constante moléculaire simplifiée*, qui est *l'expression chimique et pondérale d'une partie seulement de* $\triangle$.

2° — Loi chimique : Loi de PORCHER (1906).

Le chlorure de sodium est le régulateur de la pression osmotique du lacto-sérum. Il augmente quand le lactose diminue, et inversement.

LA CONSTANTE MOLECULAIRE
proprement dite

La détermination d'une constante moléculaire absolue étant irréalisable, MATHIEU & FERRÉ ont désigné cette constante par le qualificatif de *simplifiée*, car ils n'ont tenu compte dans leur formule que de deux éléments cristalloïdes : *le chlorure de sodium et le lactose.*

Elle n'est donc qu'une approximation, étant donné qu'ils ne considèrent que les △ partiels dus à ces deux éléments et qu'il existe dans le lait d'autres matières minérales agissant sur la constante cryoscopique.

PORCHER et son élève M. CHEVALLIER (14) ont disséqué le △ total en △ partiels. Ils ont vu la part qui revenait à chaque composant du lait, « qu'il soit « colloïde ou cristalloïde, électrolyte ou non électro- « lyte, organique ou salin, molécule élaborée ou « molécule non élaborée ».

Ils ont dressé un tableau comportant le calcul des △ de chaque composant :

QUANTITE AU LITRE		△ PARTIELS CALCULES	
Chlorure de sodium	0 gr. 95	0,065	0,111
Chlorure de potassium	0 gr. 85	0,046	
Phosphate mono-potassique .	1 gr.	0,036	0,067
Phosphate bi-potassique	1 gr. 10	0,031	
Citrate tricalcique	2 gr. 03	0,017	0,027
Citrate tripotassique	0 gr. 54	0,07	
Citrate trimagnésien	0 gr. 58	0,03	
Sulfate de potassium	0 gr. 15	0,004	0,008
Bicarbonate de sodium	0 gr. 25	0,004	
Lactose	50 gr.	0,293	0,293
Urée (traduisant l'ensemble de l'azote non protéique)..	0 gr. 60	0,021	0,021
			0,527
Complexe colloïdal			0,025
△ total = ...			0,552

Après une étude approfondie des △ partiels contenus dans ce tableau, ils concluent : « Dans ces « conditions, l'approximation admise par MATHIEU « & FERRÉ est déjà fort grande, puisqu'elle porte sur « les trois quarts d'une donnée extrêmement variable. »

En vérité, PORCHER additionne les points de congélation du lactose d'une part, et des chlorures de l'autre. $(-0{,}293) + (-0{,}111) = 0^\circ 404$

ce qui fait sensiblement 73 % du $\triangle$ total $\left(\frac{404}{552}\right)$

Il élimine ensuite la part qui revient au complexe colloïdal, et trouve que le chlorure de sodium (traduisant les chlorures totaux) et le lactose interviennent pour 77 % environ $\left(\frac{404}{527}\right)$ dans le $\triangle$ total.

LA CONSTANTE MOLECULAIRE SIMPLIFIEE

apparente ou brute

MATHIEU & FERRÉ expriment leur C.M.S. apparente en lactose hydraté. Ils additionnent les poids de lactose hydraté et de chlorure de sodium, ce dernier étant multiplié par un facteur de transformation : 11,9. On obtient ce chiffre en convertissant le poids de chlorure en lactose.

En effet, on voit, en se servant des formules de RAOULT, que 30 gr. 25 de chlorure de sodium correspondent isotoniquement à une molécule de lactose hydraté, dont le poids est de 360 gr. Un gramme de chlorure de sodium est donc l'équivalent isotonique de $\left(\frac{360}{30,25}\right) = 11,9$ de lactose hydraté.
lactose hydraté.

Donc la C.M.S. apparente d'un lait contenant x grammes de lactose hydraté et y grammes de chlorures par litre, serait :

$$A = x + (y \times 11,9)$$

Exemple : Un lait contenant 1 gr. 38 de chlorures et 50 gr. de lactose aura pour C.M.S. apparente :

$$(50) + (1,38 \times 11,9) = 66,42$$

LA CONSTANTE MOLECULAIRE SIMPLIFIEE réelle ou rectifiée

Les deux auteurs transforment leur constante moléculaire simplifiée apparente en C.M.S. réelle, en tenant compte dans leur formule du volume occupé par la matière grasse et la caséine. Connaissant leur poids et leur densité, il sera très facile de calculer leur volume.

L'isotonie étant une propriété du sérum et non du lait, la constante exprimée par A doit être rapportée non au litre de lait, mais au litre de lactosérum.

Exemple : Supposons qu'un litre de lait contienne *a* gr. de beurre de D = 0,93 et *b* gr. de caséine de D = 1,35, le volume de lactosérum V correspondant sera de :

$$V = 1.000 - \left(\frac{a}{0,93} + \frac{b}{1,35}\right)$$

La formule de la C.M.S. réelle, rapportée à un litre de lactosérum est :

$$\frac{A \times 1.000}{V}$$

Correction due au bichromate de potassium.

La conservation des échantillons de lait nécessite l'emploi du bichromate de potassium à la dose de 1 gr. par litre. D'après M. Rodillon, « 1 gramme « de ce sel augmente l'acidité exprimée en acide « lactique, de 0 gr. 61. »

Il convient donc de calculer la perte de lactose provenant de la transformation en acide lactique. Comme une molécule de lactose hydraté, dont le poids est 360 gr., donne naissance à 4 molécules d'acide lactique dont le poids moléculaire est de 90 grammes ($4 \times 90 = 360$), on dira que 1 gr. d'acide lactique provient de 1 gr. de lactose.

Donc 0 gr. 61 d'acide lactique provient de 0 gr. 61 de lactose.

Cette perte de 0 gr. 61 de lactose doit être ajoutée au poids de lactose x de la constante moléculaire.

La formule de la C.M.S. apparente devient :

$$A = (x + 0{,}61) + (y \times 11{,}9)$$

Formule définitive de la C.M.S. réelle corrigée

La formule définitive de la C.M.S. réelle corrigée est :

$$(x + 0{,}61) + (y \times 11{,}9) \times \left(\frac{1.000}{1.000 - \left(\frac{a}{0{,}93} + \frac{b}{1{,}35} \right)} \right)$$

Cette formule a été appliquée à un lait normal et à un lait colostral d'une même vache :

1° — Exemple de lait normal.

Résultat d'analyse de lait d'une vache de race Bordelaise (n° 9) le 7e jour après vêlage, donc d'un lait normal.

Lactose hydraté	50 gr. 10
Chlorures en ClNa	1 gr. 40
Beurre	38 gr.
Protides totaux (caséine)	30 gr.

résultats pour 1 litre de lait.

Equivalent isotonique de ClNa en lactose hydraté :

$$\left(\frac{360}{30{,}25} \right) = 11{,}9$$

Bichromate de potassium = 0 gr. 61.

C.M.S. apparente :

$$(50{,}10 + 0{,}61) + (1{,}40 \times 11{,}9) = 67{,}37$$

Densités moyennes { Beurre ..... 0,93 ; Caséine 1,35

Volume (beurre + caséine) :

$$\frac{38}{0{,}93} + \frac{30}{1{,}35} = 63\ cm^3\ 08$$

C.M.S. réelle :

$$\frac{67{,}37 \times 1.000}{1.000 - 63{,}08} = 71{,}41$$

2° — Exemple de lait colostral.

Lait colostral de la même vache, 4 heures après vêlage.

Lactose hydraté	30 gr. 51
Chlorures en ClNa	2 gr. 92
Beurre	42 gr.
Protides totaux (caséine + albumine).	114 gr. 40

résultats pour 1 litre de lait.

Equivalent isotonique de ClNa en lactose hydraté = 11,9.

Bichromate de potassium = 0 gr. 61.

C.M.S. apparente :

$$(30{,}51 + 0{,}61) + (2{,}92 \times 11{,}9) = 65{,}86$$

Volume (beurre + caséine) :

$$\frac{42}{0{,}93} + \frac{114{,}40}{1{,}35} = 129\ cm^3\ 23$$

C.M.S. réelle :

$$\frac{65{,}86 \times 1.000}{1.000 - 129{,}23} = 75{,}08$$

Moyenne de la Constante moléculaire simplifiée.

La constante moléculaire simplifiée est toujours supérieure à 70. La moyenne est 73 à 75. Cependant on constate des variations en plus ou en moins.

Troisième Partie

Méthodes utilisées pour l'Analyse des Laits Colostraux

Méthodes utilisées pour l'Analyse des Laits Colostraux

Nous énumérerons les différentes techniques employées dans l'analyse des laits, et en ferons la critique. Celles qui ont fait l'objet de notre choix pour les laits colostraux, seront décrites en détail.

En ce qui concerne le dosage des chlorures et du lactose, nous nous sommes appliqué à rechercher les méthodes les plus exactes, car ces deux éléments jouent un rôle important dans la *loi de Porcher* et dans la *constante moléculaire simplifiée.*

Les traites ont été effectuées de deux à cinq heures après le vêlage, et les jours suivants aux mêmes heures, jusqu'à ce que les éléments du lait soient redevenus normaux.

Chaque échantillon de lait a été additionné d'une pastille de bichromate de potassium (1 gr. par litre) afin d'empêcher la coagulation.

Nous avons effectué les déterminations suivantes :

Densité

Chlorures

Beurre

Lactose

Protides totaux

et le calcul de la *constante moléculaire simplifiée*, après avoir eu le soin de transvaser les échantillons dans des éprouvettes et d'agiter le lait avant chaque prise d'essai pour le rendre homogène.

DENSITE

Nous avons utilisé des densimètres gradués jusqu'à 1.070, étant donné la densité très élevée des laits colostraux les deux ou trois premiers jours après le vêlage.

Le lait est transvasé dans une éprouvette et agité pour le rendre homogène. On y plonge un thermomètre et un densimètre, et la lecture se fait à une température voisine de 15°. Si cette température n'est pas atteinte, on fera une correction de la densité en se servant d'une table.

CHLORURES

Les méthodes de dosage des chlorures dans le lait peuvent être divisées en deux parties :

1° — Détermination des chlorures après destruction de la matière organique ;

2° — Détermination des chlorures après défécation.

I. — Détermination des chlorures après destruction de la matière organique.

1° — Destruction par voie sèche.

On prélève 10 cc. de lait que l'on place dans une capsule, et l'on en fait les cendres. Celles-ci sont reprises par de l'acide nitrique et l'on dose les chlorures par la méthode de CHARPENTIER-VOLHARD (16). Cette méthode, que l'on trouve dans DENIGÈS, n'est pas à conserver parce qu'il y a toujours une partie des chlorures qui se volatilise.

2° — Destruction par voie humide.

a) *Destruction permanganique de* A. MASSOT & H. LESTRA.

Cette méthode, qui avait été relatée par LAUDAT pour le dosage du chlore dans le sérum sanguin, peut être appliquée au dosage des chlorures dans le lait.

Voici d'ailleurs la technique de MASSOT & LESTRA (17) :

A 10 cc. de lait, ajouter 5 cc. de solution $\frac{N}{10}$ de nitrate d'argent, puis 20 cc. de solution saturée de

permanganate de potassium. Porter à l'ébullition en agitant. Au liquide chaud, ajouter 40 cc. d'acide nitrique pur et porter de nouveau à l'ébullition, en la maintenant jusqu'à obtention d'un liquide clair. Il est important d'introduire la liqueur argentique avant l'addition du permanganate, l'oxydation pouvant entraîner des pertes de chlore gazeux s'il n'y a pas d'argent pour fixer cet halogène. On ajoute l'alun de fer, puis le sulfocyanate sur les liqueurs refroidies, le chlorure d'argent étant, d'autre part, coagulé par l'ébullition.

Quelquefois, après avoir ajouté l'acide nitrique, on peut observer des globules graisseux qui surnagent le liquide clair. D'après RASNYAK & KELLNER (18), cela ne gêne pas le dosage ; d'après DUDLEY, HUSBAND & GODDEN (19), la présence des matières protéiques résiduelles pourrait fausser les résultats, ce qui d'ailleurs ne manquerait pas de se produire dans le dosage des chlorures du colostrum, vu la forte proportion d'albumine qui s'y trouve.

Cette méthode est donc à rejeter dans le cas du lait colostral.

b) *Dosage du chlore dans le lait sans incinération de l'extrait par* J. WERDER (20).

« Faire bouillir pendant une demi-heure dans un « ballon muni d'un réfrigérant à reflux 50 cc. de

« lait, 25 cc. d'acide nitrique ($d = 1{,}15$) ; ajouter « au liquide refroidi 25 cc. de nitrate d'argent $\frac{N}{10}$, « maintenir un quart d'heure sur le bain-marie « bouillant, refroidir, éliminer la graisse qui surnage « au moyen de 20 cc. d'éther, titrer l'excès d'argent « par le sulfocyanate $\frac{N}{10}$ en présence d'alun ferrique « comme indicateur.

« Rapporter le chlore au litre de lait.

« Cette méthode donne des résultats concordant « avec ceux du dosage gravimétrique du chlore dans « les cendres. »

II. — Détermination des chlorures après défécation.

1° — **Deux méthodes ont été décrites par A. MASSOT & H. LESTRA** (21).

a) *Méthode de Denigès modifiée.*

Il est préférable de décrire en premier lieu la méthode de Denigès (22) pour mieux se rendre compte sur quoi porte la modification de Massot & Lestra.

Technique de Denigès au métaphosphate de soude. — Dans un matras jaugé de 100 cc. introduire

10 cc. de lait, 3 cc. de métaphosphate de soude à 5 %, 60 à 70 cc. d'eau distillée, agiter, puis ajouter 10 cc. d'acide sulfurique $\frac{N}{10}$ Compléter à 100 cc. avec de l'eau distillée. Agiter. Filtrer. Recueillir 58 cc. 5 du filtrat, ajouter 5 à 6 cc. d'acide nitrique, 5 cc. de solution de nitrate d'argent $\frac{N}{10}$ et 1 cc. d'une solution d'alun de fer ammoniacal. Avec une burette graduée, ajouter du sulfocyanate de potassium $\frac{N}{10}$ jusqu'à teinte rouge persistante.

Massot & Lestra soumettent à une ébullition de cinq minutes le liquide clair provenant de la défécation au métaphosphate après addition de nitrate d'argent et d'acide nitrique. Dans ces conditions, le métaphosphate est transformé en phosphate qui ne gêne pas le virage de l'alun de fer par le sulfocyanate.

Cette ébullition peut avoir un autre but pratique comme nous le fait remarquer Treadwell (23), à savoir qu' « on obtient des résultats exacts directe-
« ment sans filtrer le chlorure d'argent, lorsqu'on
« chauffe la solution de chlorure traitée par un ex-
« cès de solution d'argent et que l'on agite jusqu'à
« ce que le chlorure d'argent se soit rassemblé. Sous
« cet état le chlorure d'argent réagit beaucoup moins
« sur les sulfocyanates solubles que lorsqu'il est pré-
« cipité à froid. »

Cette méthode, très pratique, est cependant un peu longue à effectuer.

b) *Méthode de défécation à l'alcool-acétone* (21).

Technique. — Dans une fiole jaugée de 100 cc., introduire 60 cc. du mélange suivant :

Alcool dénaturé (exempt de Cl) 3 parties

Acétone ..... 1 partie

et ajouter goutte à goutte 10 cc. de lait ; compléter à 100 cc. avec le mélange alcool-acétone. Filtrer sur un filtre plissé en repassant les premières liqueurs ; le liquide s'écoule clair. Recueillir 75 cc. de liquide filtré, auquel on ajoute 5 cc. d'acide nitrique puis 5 cc. de nitrate d'argent $\frac{N}{10}$ et de l'alun de fer. On titre l'excès de nitrate d'argent avec une solution de sulfocyanate de potassium $\frac{N}{10}$ jusqu'à virage au rouge. On a n cc. D'où :

$$\frac{(5 - n) \times 0{,}00585 \times 100 \times 4}{3} = \text{Chlorures}$$

exprimés en ClNa par litre.

Cette méthode est la plus rapide et celle qui donne le virage le plus net, avec le maximum d'exactitude.

2° — Méthode à l'alcool acétique.

On emploie l'alcool acétique pour précipiter la caséine après avoir préalablement privé le lait de sa matière grasse. Cette méthode avait déjà été préconisée par PIETTRE (24) pour le dosage des protéides du lait.

3° — Méthode à l'acide trichloracétique.

On précipite les matières protéiques du lait avec une solution d'acide trichloracétique à 50 %, puis on titre les chlorures dans le filtrat par la méthode de CHARPENTIER-VOLHARD.

SANDERS (25), à propos de la précipitation des protéines du lait par l'acide trichloracétique, fait remarquer que « l'acide trichloracétique, lorsqu'il est « employé dans la proportion de 4 parties d'acide « à 10 % pour 1 partie de lait, est presque aussi « efficace que l'acide tungstique lorsque l'on veut « précipiter les composés azotés du lait. »

4° — Méthode à l'acide azotique.

VAN DEN BURG & KOPPEJAN (26) proposent la méthode suivante : Prélever 10 cc. de lait que l'on additionne de 5 cc. d'acide azotique, et compléter à 100 cc. avec de l'eau distillée; agiter et filtrer. Prendre 50 cc. du filtrat et doser les chlorures par la méthode de CHARPENTIER-VOLHARD.

5° — Méthode au ferrocyanure de zinc.

Ce déféquant a été proposé d'une part par RAQUET & KERLEVÉO (27) pour le dosage des chlorures, d'autre part par PAGET & DUPONT (28) pour le microdosage du lactose.

La méthode a été transformée par FRANÇOIS (29) et en voici le principe et la technique :

Principe. — Le lait est déféqué au moyen du ferrocyanure de zinc. Dans le filtrat les chlorures sont dosés volumétriquement par la méthode Charpentier-Volhard (après élimination par filtration du chlorure d'argent précipité).

Technique. — Dans un ballon jaugé de 200 cc., introduire :

Lait	20 cc.
Eau distillée	100 cc.
Solution de ferrocyanure à 15 %	1 cc.

Mélanger, puis verser :

Solution d'acétate de zinc à 30 % .	1 cc.
Solution d'acétate de plomb à 30 % pour les laits bichromatés.	VI gouttes,

Compléter à 200 cc. avec de l'eau distillée, et agiter. Filtrer sur un filtre à plis.

A 150 cc. du filtrat, ajouter 5 cc. d'acide nitrique et 20 cc. de solution de nitrate d'argent. Agiter. Filtrer. Dans 150 cc. du liquide filtré, additionnés de 1 cc. de solution d'alun de fer, verser goutte à goutte de la solution décinormale de sulfocyanate d'ammonuim jusqu'à coloration rouge stable.

n étant le nombre de centicubes de sulfocyanate versés, les chlorures exprimés en chlore de sodium par litre sont donnés par l'expression :

$$\frac{0{,}00585\left(\frac{10 \times 150}{165} - n\right) \times 165 \times 100 \times 1.000}{150 \times 150 \times 20} = 0{,}39\ (10 - 1{,}1\ n)$$

La méthode de Raquet & Kerlevéo, auteurs précités, diffère de celle utilisée par François en ce qu'ils ajoutent 2 cc. de solution d'acétate de zinc à 30 % pour déféquer, et qu'ils utilisent une solution de nitrate d'argent $\frac{N}{50}$ pour le dosage des chlorures par la méthode de Charpentier-Volhard.

6° — Dosage mercurimétrique de GEYER & E. ROTSCH (30).

« On commence par précipiter les matières grasses et les protéines contenues dans le lait en lui ajoutant soit une solution à 20 % de sulfate d'alumine et une solution de soude caustique (2N),

« soit une solution diluée d'acide acétique. On filtre,
« afin de séparer le précipité, et l'on titre 50 cc. du
« sérum obtenu au moyen d'une solution de nitrate
« mercureux $\frac{N}{35,5}$ en prenant soin d'opérer en pré-
« sence d'acide nitrique dilué et avec l'aide du
« nitroprussiate de sodium comme indicateur. Lors-
« que le point de virage est atteint, il apparaît une
« opalescence bleuâtre.

« Le réactif doit être préparé en dissolvant l'oxyde
« de mercure HgO dans l'acide nitrique dilué et en
« réglant la concentration avec l'aide d'une solution
« de chlorure de sodium $\frac{N}{35,5}$

« Les résultats que donne cette méthode sont su-
« périeurs à ceux que l'on trouve en appliquant la
« méthode de VOLHARD, mais ils confirment les ré-
« sultats obtenus par la méthode de MÖHR. »

Cette méthode ne sera pas retenue, la précipitation de la matière grasse et des protéines demandant un temps assez long. Pour obtenir une filtration claire, il faudrait beaucoup trop de déféquant, la quantité des matières protéiques étant très élevée dans un lait colostral.

Méthode utilisée pour le dosage des chlorures dans un lait colostral

Des différentes méthodes énoncées, nous avons adopté la méthode de défécation au ferrocyanure de zinc, très pratique, et donnant le maximum d'exactitude. Le ferrocyanure de zinc élimine complètement les matières protéiques qui gêneraient pour effectuer un dosage précis des chlorures, et donne un filtrat limpide.

Nous avons modifié la méthode de FRANÇOIS, qui s'applique à un lait normal et non à un lait colostral.

Technique

Dans un ballon jaugé de 200 cc., on introduit 10 cc. de lait, 100 cc. d'eau distillée et 2 cc. d'une solution de ferrocyanure de potassium à 15 %. On mélange, puis on verse 2 cc. d'une solution d'acétate de zinc à 30 % et VI gouttes de solution d'acétate de plomb à 30 % pour précipiter le bichromate. On complète à 200 cc. avec de l'eau distillée et l'on agite. On verse sur un filtre à plis.

A 100 cc. du filtrat, on ajoute 5 cc. d'acide nitrique et 10 cc. de solution de nitrate d'argent $\frac{N}{10}$ On agite et l'on porte cinq minutes à l'ébullition, comme

nous l'a conseillé TREADWELL, le chlorure d'argent précipité à chaud réagissant beaucoup moins sur les sulfocyanates solubles que lorsqu'il est précipité à froid. Après refroidissement, on ajoute 1 cc. de solution d'alun de fer, et l'on verse de la solution décinormale de sulfocyanate d'ammonium jusqu'à coloration rose stable.

n étant le nombre de centicubes de sulfocyanate versés, les chlorures, exprimés en chlorure de sodium, sont donnés par l'expression :

$$\frac{(10 - n) \times 0{,}00585 \times 1.000}{5} = (10 - n)\ 1{,}17$$

Le lait colostral contenant une très forte proportion de matières protéiques pendant les deux ou trois jours qui suivent le vêlage, nous utilisons pour la défécation 3 cc. au moins de solution de ferrocyanure de potassium et 3 cc. de solution d'acétate de zinc, sinon le liquide filtré ne serait pas clair et contiendrait encore de la caséine et de l'albumine.

BEURRE

Le dosage du beurre s'effectue par deux types de méthodes :

1° — Les méthodes volumétriques.

2° — Les méthodes pondérales.

Méthodes volumétriques

a) Procédé de MARCHAND (31).

Le procédé le plus primitif est celui de Marchand (31), qui date de 1854.

Il est fondé sur l'emploi d'un lactobutyromètre et sur la faible solubilité du beurre dans une liqueur formée de lait alcalinisé et d'un mélange d'alcool et d'éther.

Cette méthode ne donne que des résultats peu exacts, ce qui tient à l'emploi de la soude plus ou moins hydratée ou carbonatée.

D'autres auteurs ont conservé le lactobutyromètre, mais ils ont modifié les formules des réactifs; ce sont en France : Girard, Denigès qui a modifié non seulement le réactif, mais préconisé l'emploi du matrasbutyromètre d'Esbach; en Allemagne : Schmidt et Hanneberg (32). Certains emploient aussi le lactobutyromètre d'Esbach.

b) Procédé LISTER-GERBER (33).

Ce procédé est un perfectionnement du procédé Babcok à l'acide sulfurique, très employé en Amérique. Il est très rapide, mais on ne peut l'utiliser pour des laits renfermant une forte proportion de caséine.

c) **Procédés divers.**

Fouard (34), Sichler (35), proposent l'emploi de certaines solutions pour séparer la matière grasse du lait.

Soxhlet (36) a proposé aussi de doser le beurre par détermination de la densité de la solution éthérée.

M. Lindet (37) utilise la propriété qu'a la résorcine de dissoudre la caséine du lait.

Méthodes pondérales

Dans ces méthodes, le beurre est extrait par un dissolvant approprié, puis on évapore le liquide et l'on pèse le résidu.

L'extraction du beurre peut se faire sur le lait lui-même, c'est le procédé Adam, ou bien sur l'extrait sec.

Le Comte (38) a indiqué un excellent procédé, qui consiste à triturer une certaine quantité de sulfate de sodium anhydre avec la prise d'essai de lait. Puis il introduit le tout finement pulvérisé dans un tube en verre effilé muni à l'intérieur d'un tampon de coton recouvert de sulfate de sodium anhydre. Il épuise à l'éther anhydre, il évapore et pèse.

Pour le dosage du beurre, le procédé qui nous a donné les meilleurs résultats c'est la méthode officielle par centrifugation, puisqu'elle nous permettait d'éliminer totalement les matières protéiques.

Méthode par centrifugation

Technique

Réactifs :

— alcool à 65° acidifié à $\frac{1}{1.000}$ par de l'acide acétique ;

— alcool à 50° 55° ;

— alcool à 95° ;

— éther à 65°.

1° — On place 25 cc. d'alcool acidifié dans le tube du centrifugueur et l'on mesure exactement 10 cc. de lait que l'on verse goutte à goutte dans le réactif précédent, en évitant autant que possible de remuer le mélange.

2° — On centrifuge pendant une minute environ à plus de 2.000 tours; après repos, le tube de centrifugation est retourné quatre ou cinq fois, sans agitation brusque, de manière à rendre le lactosérum homogène. Le tout est abandonné au repos pendant un quart d'heure environ.

3° — On centrifuge à nouveau et l'on décante de suite le liquide clair.

4° — On lave le coagulum attaché au fond du tube en le délayant avec l'agitateur dans 25 cc. d'alcool à 50°-55° que l'on ajoute dans le tube.

5° — On centrifuge et l'on décante le liquide.

6° — On délaie avec l'agitateur le coagulum contenu dans le tube du centrifugeur, dans un mélange de 10 cc. d'alcool à 95° et de 20 cc. d'éther.

7° — On centrifuge et l'on décante le liquide éthéro-alcoolique dans une capsule tarée.

8° — On lave l'insoluble contenu dans le tube, avec 20 cc. d'éther, en remuant le mélange avec l'agitateur.

9° — On centrifuge et l'on décante de nouveau l'éther dans la capsule qui contient déjà le liquide éthéro-alcoolique précédent.

10° — On chasse, par évaporation, l'éther et l'alcool de la capsule. Le beurre qui reste est desséché à 100°. On pèse la capsule ; la différence avec son poids primitif donne la quantité de beurre pour 10 cc. de lait. On rapporte au litre.

LACTOSE

Le dosage du lactose peut s'effectuer en utilisant soit ses propriétés optiques, soit ses propriétés réductrices. Nous ne retiendrons que la méthode par réduction.

Méthode par réduction

Cette méthode est basée sur l'action directement réductrice du lactose sur certains réactifs.

Nylander utilise les sels de bismuth, Baudoin & Lewis (39) les sels de mercure, Polonovski & Lespagnol (40) le mélange chromique, Hagedorn Jensen (41) le ferricyanure de potassium. Pacini & Russell (42) ont préconisé la méthode colorimétrique à l'acide picrique pour le dosage du lactose, et ont obtenu de bons résultats. Fontès & Thivolle (43) ont mis au point une méthode de microdosage manganimétrique du lactose dans le lait.

Dans nos dosages, nous avons utilisé la liqueur cupro-potassique de Fehling après avoir déféqué le lait.

Il existe plusieurs déféquants suivant les auteurs :

Patein (44) propose le nitrate mercurique, Carrez (45) le ferrocyanure de zinc, Denigès (46) le métaphosphate de soude en milieu acide, Soichoro Miura (47) l'acide phosphotungstique, et Hans Weiss (48) l'hydrate d'alumine.

Nous avons déféqué le lait par le procédé Carrez au ferrocyanure de zinc, et, dans le filtrat, nous avons dosé le lactose par la méthode de Causse-Bonnans.

1° — **Défécation - Procédé CARREZ** (49).

Introduire dans un ballon jaugé de 100 cc. en suivant l'ordre indiqué et en mélangeant bien après l'addition de chaque substance :

Lait	10 cc.
Eau distillée	50 cc.
Solution de ferrocyanure de potassium à 15 %	2 cc.
Solution d'acétate de zinc à 30 %	2 cc.
Phtaléine de phénol à 1/100 ..	1 goutte
Lessive de soude (D = 1,33) à $\frac{1}{10}$	q. s. pour légère coloration rose
Eau distillée, q.s. pour	100 cc.

Filtrer. Le filtrat représente le lait dilué à 1/10.

Les premiers jours du vêlage, la quantité de lactose diminuant de moitié environ, on fait une solution à 1/5, c'est-à-dire une solution contenant à peu près 50 gr. de lactose par litre de lait, afin d'opérer plus correctement avec la liqueur de Fehling. En outre, pour précipiter la totalité des matières protéiques, on ajoute au lait 3 cc. de ferrocyanure de potassium à 15 % et 3 cc. d'acétate de zinc à 30 % au lieu de 2 cc.

2° — Dosage par la méthode **CAUSSE-BONNANS** (50).

Préparation des réactifs :

Liqueur cupro-potassique

Solution A.

Sulfate de cuivre, cristallisé, chimiquement pur	35 gr.
Acide sulfurique	5 gr.
Eau distillée, q.s. pour	1.000 cc.

On met dans une capsule les 35 gr. de sulfate de cuivre avec un demi-litre d'eau distillée environ et 5 cc. d'acide sulfurique. On fait chauffer jusqu'à dissolution totale, on laisse refroidir et l'on complète le volume à 1 litre avec de l'eau distillée.

Solution B.

Sel de seignette cristallisé pur ...	150 gr.
Lessive de soude à 36° Baumé non carbonatée	300 cc.
Eau distillée, q.s. pour	1.000 cc.

On fait dissoudre à chaud les 150 gr. de sel de seignette dans un demi-litre d'eau distillée environ, puis, après refroidissement, on ajoute les 300 cc. de lessive de soude et l'on complète à 1 litre avec de l'eau distillée.

Liqueur de Bonnans

Solution C.

Ferrocyanure de potassium	5 gr.
Eau distillée, q.s. pour	100 cc.

On dissout à chaud le ferrocyanure dans un peu d'eau distillée ; on laisse refroidir, et l'on complète à 100 cc. avec de l'eau distillée.

Titrage de la liqueur cupro-potassique.

Nous n'avons pas titré cette liqueur avec une solution de lactose pur, comme cela est préconisé dans la plupart des ouvrages. Il est très difficile d'obtenir ce sucre suffisamment pur; aussi, nous avons utilisé une solution de sucre candi pur que nous transformons en sucre interverti.

D'après l'équation :

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^6H^{12}O^6$$
$$342 = 180 + 180$$

On voit que pour obtenir 360 gr. de sucre interverti, il faut hydrolyser 342 gr. de saccharose (sucre candi pur).

Donc, pour avoir 5 gr. de sucre interverti il faudra $\frac{342}{360} \times 5$, c'est-à-dire 4 gr. 75 de saccharose.

On prend 10 gr. de sucre candi que l'on concasse au mortier. On enlève les filaments ayant servi à l'amorçage de la cristallisation, on le lave rapidement par décantation avec de l'alcool à 80°. On laisse sécher sur une plaque de verre recouverte de papier filtre à la température de 60° à l'étuve. On l'intro-

duit dans un flacon bien sec et l'on en pèse exactement 4 gr. 75 que l'on met dans un matras avec environ 500 cc. d'eau distillée et 1 cc. d'acide chlorhydrique pur. On porte au bain-marie et on le laisse une demi-heure à partir du moment où l'eau est entrée en ébullition. On agite fréquemment au cours de ces trente minutes, puis on laisse refroidir. On transvase dans un matras jaugé de 1.000 cc. à la température de 20°, on neutralise avec une solution de soude et l'on ajoute environ 2 gr. 50 de fluorure de sodium pour la bonne conservation de la liqueur. On complète à 1.000 cc. avec de l'eau distillée à la température de 20°. On a ainsi une solution à 5 gr. pour 1.000 de sucre interverti.

La liqueur cupro-potassique a été titrée avec cette solution de sucre interverti, en appliquant la méthode Causse-Bonnans.

Technique de CAUSSE-BONNANS

On prend un Erlenmeyer de 150 cc. environ et l'on y met 10 cc. de solution A, 10 cc. de solution B et 5 cc. de solution C; on ajoute un grain de pierre ponce pour éviter les projections de liquide. On porte à l'ébullition et l'on verse la solution titrée de sucre interverti, contenue dans une burette de Gay-Lussac, d'abord par centicube puis par demi-centicube. On rétablit l'ébullition après chaque addition, pendant quatre secondes, en portant l'Erlenmeyer au-dessus de la flamme d'un bec Bunsen et non dans la flamme. afin d'empêcher les projections de liquide hors du

vase. Au cours de l'opération, la liqueur change de teinte et passe au vert clair, puis au jaune. A partir de ce moment, on n'ajoute qu'une goutte à la fois ; on s'arrête lorsque la teinte de la liqueur vire au brun. On lit sur la burette le nombre de centicubes employé pour la réduction totale, soit *n* cc.

Comme chaque cc. correspond à $\frac{5}{1.000}$ de sucre interverti, *n* cc. renfermeront :

$$\frac{5}{1.000} \times n = \text{N mgr.}$$

qui sera le titre du réactif.

Le titre de cette liqueur cupro-potassique sera transformé suivant que dans nos calculs on fera intervenir soit le lactose anhydre, soit le lactose hydraté :

Le titre N mgr. sera :

pour le *lactose anhydre* ..... N mgr. × 1,39
pour le *lactose hydraté* ..... N mgr. × 1,462

Dosage du lactose

Le filtrat, dilué au dixième, provenant de la défécation par la méthode de Carrez, est introduit dans une burette de Gay-Lussac. Nous opérons exactement comme nous venons de l'indiquer, et nous titrons le lactose contenu dans le filtrat avec la liqueur cupro-potassique. Les propriétés réductrices du lactose étant lentes à se manifester, on rétablit l'ébullition pendant 4 à 6 secondes. On obtient *n* cc. de lactose. Nos résultats étant exprimés en *lactose hydraté*, ces *n* cc. correspondent à : N mgr. × 1,462.

Donc, la proportion de lactose hydraté contenue dans un litre de lait sera :

— avec une solution à 1/5 :

$$\frac{(N\ mgr) \times 1{,}462) \times 1.000 \times 5}{n}$$

— avec une solution à 1/10 :

$$\frac{(N\ mgr \times 1{,}462) \times 1.000 \times 10}{n}$$

PROTIDES

Nous envisagerons le dosage des protides totaux et non de la caséine seule, le colostrum contenant une forte proportion d'albumine, même supérieure au début au poids de la caséine.

Méthodes de dosage sans destruction organique

1° — Procédé de TRILLAT & SAUTON.

Il consiste à insolubiliser les matières albuminoïdes du lait par le formol.

Technique. — On met dans un ballon 5 cc. de lait et 20 cc. d'eau distillée; on fait bouillir 5 minu-

tes et l'on ajoute 5 gouttes de formol du commerce. On continue l'ébullition trois minutes, puis on laisse reposer cinq minutes. On verse alors 5 cc. d'acide acétique à 1/100 et l'on agite. On filtre et on lave le précipité à l'eau distillée. Le précipité est dégraissé par épuisement à l'acétone, puis séché à 70° - 80° et pesé. — Il est toujours bon de vérifier après filtration, à l'aide d'un réactif, que toute la matière albuminoïde a été séparée.

Cette méthode est applicable au lait colostral.

2° — Méthodes de DENIGES (52).

a) *Méthode volumétrique.*

Cette méthode, que nous avons utilisée dans le dosage des protides du lait, repose :

1° — sur l'insolubilisation par l'iodure mercurico-potassique, en milieu légèrement acétique, des albuminoïdes du lait, entraînant avec eux en combinaison une partie du mercure du réactif.

2° — sur le dosage du mercure résiduel par cyano-argentimétrie.

3° — Sur l'emploi d'un tableau de correspondance que DENIGÈS a établi expérimentalement entre le mercure précipité et les albuminoïdes entrés en combinaison avec lui.

Réactifs. — 1°) Solution décinormale de nitrate d'argent.

2°) Solution de cyanure de potassium de même titre que la précédente.

3°) Solution d'iodure mercurico-potassique ainsi préparée : On met dans un matras de 1 litre 13 gr. 55 de chlorure mercurique pur, finement pulvérisé ; on ajoute de 80 à 100 cc. d'eau distillée froide et 36 gr. d'iodure de potassium en cristaux. On agite jusqu'à dissolution et l'on complète le volume à 100 cc. avec de l'eau distillée. Cette liqueur est inaltérable.

Dosage. — On met dans un matras jaugé de 200 cc., 25 cc. de lait, 1 cc. d'une solution à 30 pour 100 d'oxalate neutre de potassium, 20 cc. de la solution d'iodure mercurico-potassique indiquée et 2 cc. d'acide acétique cristallisable. On complète le volume à 200 cc. puis on filtre sur un filtre à plis, contenant 250 gr. à 300 gr. de liquide, en rejetant sur le filtre les premières parties écoulées. La filtration dure à peine une à deux minutes. On met ensuite dans un vase de Bohème 10 cc. de la solution de cyanure de potassium, 12 à 15 cc. d'ammoniaque et 100 cc. du filtrat précédent, en ajoutant ces liquides dans l'ordre indiqué. On verse dans le mélange du nitrate d'argent $\frac{N}{10}$ jusqu'à opalescence persistante et égale à celle obtenue dans le titrage du cyanure.

Soit q la quantité de nitrate ainsi dépensée, cette quantité est évidemment d'autant plus forte qu'il y a plus de mercure insolubilisé. De cette quantité, que l'on exprime en dixièmes de centicubes, on retranche la constante 48 ou 47 qui représente (en dixièmes de centicube) la quantité de nitrate d'argent $\frac{N}{10}$ employée pour obtenir un louche final avec 10 cc. de réactif à l'iodure mercurico-potassique et 10 cc. de cyanure de potassium $\frac{N}{10}$ en milieu ammoniacal. Avec la différence ainsi obtenue, on se reporte à un tableau qui indique, en grammes par litre de lait, les quantités de caséine correspondant aux diverses valeurs de $q - 48 = a$. (Tableau page 76.)

Dans le cas où a est supérieur à 37, il est préférable de dédoubler le lait, la méthode étant beaucoup plus sensible pour les solutions diluées que pour les solutions concentrées de matières protéiques.

Les laits colostraux contenant jusqu'à 160 gr. de caséine et d'albumine, nous faisons une dilution à 1/4 ou à 1/5 ; puis nous prélevons 25 cc. de cette dilution et nous suivons la méthode indiquée plus haut. Le résultat sera multiplié par le coefficient de la dilution, c'est-à-dire dans notre exemple par 4 ou 5.

D'après Denigès, ce procédé donne d'excellents résultats.

TABLEAU DE DENIGÈS

Valeur de (q — 48) en dixièmes de c.c.	Caséine en grammes par litre	Valeur de (q — 48) en dixièmes de c.c.	Caséine en grammes par litre
0	0	24	22,25
1	1	25	23,50
2	1,75	26	24,75
3	2,50	27	26
4	3	28	27
5	3,75	29	28
6	4,50	30	29,25
7	5,50	31	30,75
8	6,50	32	32
9	7,15	33	33,50
10	8	34	35
11	9	35	37
12	10	36	39
13	11	37	40,50
14	12	38	42,75
15	13	39	45
16	14	40	47
17	15	41	49
18	16	42	51,50
19	17	43	54
20	18	44	57,20
21	19	45	60
22	20	46	62,50
23	21		

b) *Méthode pondérale.*

Nous en donnons seulement le principe :
On précipite par une solution d'acide trichloracétique à 50 p. 100 les protides restés dissous dans le liquide sous-jacent à la couche butyreuse dans le dosage du beurre par le procédé Adam.

Ce procédé, très rigoureux, demanderait un temps trop long pour effectuer l'analyse des laits colostraux.

3° — Méthode colorimétrique, pour la détermination des protéines du lait, de STEWART & MITRA (53).

D'après PORCHER, « cette méthode est basée sur « la mesure de la coloration donnée par la réaction « de Folin au phénol avec la tyrosine et le trypto- « phane, et elle donne avec précision la teneur to- « tale en protéines de lait qui ont une teneur nor- « male en tyrosine et tryptophane.

« On a trouvé que cette méthode était applicable « aux laits frais de vaches et de buffles mais non « au lait humain. »

Ce nouveau procédé de dosage, microméthode, peut rendre d'excellents services lorsqu'on ne dispose que de très peu de lait. Voici la technique :

« A un échantillon de 0 cc. 2 de lait et à 4 cc. « d'une solution standard de tyrosine (0,02 % dans « l'acide chlorhydrique 0,1 N) on ajoute 25 cc.

« d'eau, 2 cc. de soude caustique 5 N et 3 cc. de « réactif. On complète la solution à 100 cc. ; on « agite et on abandonne pendant dix minutes. On « filtre et on compare colorimétriquement les colo- « rations obtenues.

« Si le standard de tyrosine est pris arbitrairement « égal à 20, le pourcentage de protéines en volume « dans le lait de vache est donné par la formule « 96: x et pour le lait de buffle par 121,6: x, où x « est la lecture au colorimètre. Différents échantil- « lons de lait de vache qui ont été examinés par les « auteurs ont donné des valeurs de x comprises en- « tre 23 et 32. »

4° — Méthodes diverses.

a) *Méthode de* Buruiana (54), toute récente, basée sur la réaction xanthoprotéique des protides ;

b) *Méthode néphélémétrique de* Denigès (55).

Quatrième Partie

Documents Analytiques

Interprétation des Résultats Analytiques

Documents Analytiques

Pour l'étude du lait colostral, nous avons visité quatre étables de la région d'Alger.

M. le Docteur vétérinaire Ismert a surveillé les vaches au cours de leur gestation jusqu'au jour où elles mirent bas.

Les premières traites ont été effectuées de 2 à 5 heures après le vêlage, les autres traites le matin à 2 heures et le soir à 16 heures.

Notre étude a porté sur le lait colostral de 10 vaches de races différentes :

— 4 vaches de race Comtoise ;

— 2 vaches de race Hollandaise ;

— 2 vaches de race Bordelaise ;

— 2 vaches de race Suisse, gris-souris.

Voici nos résultats analytiques, rapportés au litre de lait :

Laiterie B... B... — Chéragas

TABLEAU 1.

Vache de race Hollandaise.
Agée de 9 ans, 4e veau.
Alimentation : vert, fourrage, tourteaux, son.

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 14 janvier 1938 à 8 heures.
1re traite effectuée 3 heures après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	3 h.	1 litre	1060	3 gr. 68	21 gr.	46 gr.	104 gr.	65,402	74,81
2e »	1 jour	3 litres	1056	3 gr. 50	24 gr.	44 gr.	100 gr.	66,26	75,40
3e »	2 jours	6 »	1046	2 gr. 60	35 gr.	41 gr.	48 gr.	66,55	72,40
4e »	3 »	8 »	1042	2 gr.	38 gr.	39 gr.	40 gr.	62,41	67,21
5e »	4 »	13 »	1036	1 gr. 75	48 gr.	31 gr.	34 gr. 75	69,43	73,59
6e »	5 »	15 »	1034	1 gr. 80	46 gr.	25 gr.	34 gr.	68,03	71,70
7e »	6 »	17 »	1032	1 gr. 65	49 gr.	21 gr.	30 gr.	69,24	72,42
8e »	7 »	17 »	1031	1 gr. 50	50 gr. 70	25 gr. 35	31 gr.	69,16	72,75

Laiterie B... B... — Chéragas

TABLEAU 2.

Vache Comtoise.
Agée de 8 ans, 3e veau.
Alimentation : trêfle, fourrage, son.

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 4 février 1938 à 4 heures.
1re traite effectuée 2 h. 20 après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	2 h. 20	450 cc.	1057,2	3 gr. 430	19 gr. 20	39 gr.	102 gr.	60,62	68,50
2e »	1 jour	7 litres	1052	2 gr. 80	32 gr. 30	37 gr.	58 gr.	65,63	71,98
3e »	2 jours	9 »	1036	2 gr. 20	39 gr. 50	34 gr.	48 gr.	66,09	70,71
4e »	3 »	13 »	1033	1 gr. 60	42 gr.	34 gr.	40 gr. 50	61,65	65,96
5e »	4 »	15 »	1034	1 gr. 45	48 gr.	35 gr.	37 gr.	65,86	69,81
6e »	5 »	14 »	1033,5	1 gr. 39	49 gr. 80	34 gr.	36 gr.	66,85	70,86
7e »	6 »	16 »	1032	1 gr. 37	50 gr. 45	36 gr.	34 gr.	67,26	71,29
8e »	7 »	14 »	1033	1 gr. 39	50 gr. 30	35 gr. 40	32 gr.	67,35	71,39

Laiterie B... B... — Chéragas

TABLEAU 3.

Vache Comtoise.
Agée de 6 ans, 2e veau.
Alimentation : trèfle, fourrage, son.

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 15 février 1938 à 17 heures.
1re traite effectuée 5 heures après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	5 h.	350 cc.	1055,4	2 gr. 99	27 gr.	38 gr.	98 gr.	63,19	70,77
2e »	1 jour	5 litres	1044	2 gr. 45	32 gr.	36 gr.	48 gr.	61,76	66,70
3e »	2 jours	9 »	1035	1 gr. 55	47 gr.	36 gr.	42 gr.	65,85	70,78
4e »	3 »	11 »	1036	1 gr. 60	45 gr. 50	35 gr	43 gr.	67,15	72,11
5e »	4 »	13 »	1033	1 gr. 45	49 gr.	34 gr.	37 gr.	66,86	71,34
6e »	5 »	15 »	1033	1 gr. 40	50 gr. 50	34 gr.	32 gr.	67,77	72,03
6e »	6 »	14 »	1032	1 gr. 39	51 gr. 40	35 gr.	30 gr.	68,55	72,86
8e »	7 »	14 »	1031	1 gr. 40	51 gr.	33 gr.	29 gr. 50	68,27	73,18

Laiterie B... B... — Chéragas

TABLEAU 4.

Vache de race Comtoise. Pis rouge.
Agée de 12 ans, 6e veau.
Alimentation : trèfle, fourrage, son.

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 8 mars 1938 à 7 heures.
1re traite effectuée 2 h. 30 après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	2 h. 30	375 cc.	1056,4	3 gr. 276	20 gr. 42	40 gr.	94 gr.	59,91	67,09
2e »	1 jour	9 litres	1035,8	2 gr. 457	43 gr. 28	38 gr.	47 gr.	72,92	78,75
3e »	2 jours	12 »	1035,4	1 gr. 92	46 gr. 75	30 gr.	40 gr. 50	70,30	74,58
4e »	3 »	14 »	1037,4	1 gr. 288	52 gr. 09	34 gr.	39 gr.	68,02	72,78
5e »	4 »	16 »	1035,4	1 gr. 40	49 gr. 15	32 gr.	37 gr.	66,42	70,40
6e »	5 »	15 »	1035,2	1 gr. 55	48 gr. 62	31 gr.	37 gr.	67,67	71,73
7e »	6 »	14 »	1034	1 gr. 46	50 gr. 43	34 gr.	30 gr.	68,50	72,61
8e »	7 »	13 »	1035	1 gr. 40	51 gr. 32	34 gr.	32 gr.	68,79	72.92

Laiterie N... B... — Guyotville

TABLEAU 5.

Vache de race Suisse - gris souris.
Agée de 8 ans, 6e veau.
Alimentation : fourrage naturel, ni son, ni tourteaux

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 5 juillet 1938 à 5 heures.
1re traite effectuée 4 heures après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	4 h.	1 litre	1065,6	3 gr. 042	25 gr. 65	39 gr.	140 gr.	62,45	73,06
2e »	1 jour	4 litres	1041	2 gr. 223	38 gr. 66	38 gr.	70 gr.	65,72	72,29
3e »	2 jours	6 »	1034	1 gr. 989	43 gr. 03	35 gr.	54 gr.	67,30	72,95
4e »	3 »	7 »	1034	1 gr. 628	43 gr. 18	34 gr.	45 gr.	63,16	67,58
5e »	4 »	7 »	1033	1 gr. 755	38 gr. 92	36 gr.	35 gr.	60,41	64,57
6e »	5 »	8 »	1028	1 gr. 40	42 gr. 64	35 gr.	30 gr. 75	59,91	63,50
7e »	6 »	10 »	1029	1 gr. 38	47 gr.	34 gr.	29 gr. 50	63,93	67,76
8e »	7 »	13 »	1028	1 gr. 40	44 gr.	35 gr.	30 gr. 75	61,27	64,94

Laiterie N... B... — Guyotville

TABLEAU 6.

Vache de race Suisse - gris souris.
Agée de 6 ans, 3e veau.
Alimentation : fourrage naturel, ni son, ni tourteaux

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 8 novembre 1938 à 14 heures.
1re traite effectuée 3 heures après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	3 h.	1 l. 500	1062	3 gr. 25	23 gr.	40 gr.	110 gr.	62,28	70,99
2e »	1 jour	3 litres	1052	2 gr. 90	29 gr.	39 gr.	60 gr.	64,12	69,89
3e »	2 jours	5 »	1039	2 gr. 30	36 gr. 90	37 gr.	58 gr.	67,88	73,98
4e »	3 »	6 »	1035	2 gr.	41 gr.	37 gr.	44 gr.	65,41	72,44
5e »	4 »	8 »	1033	1 gr. 75	39 gr. 40	35 gr.	38 gr.	60,83	65,08
6e »	5 »	10 »	1033	1 gr. 50	42 gr.	35 gr.	32 gr.	60,46	64,08
7e »	6 »	12 »	1029	1 gr. 42	46 gr.	34 gr.	30 gr. 75	63,50	67,31
8e »	7 »	14 »	1029	1 gr. 38	49 gr. 75	35 gr.	29 gr. 50	66,78	70,78

Laiterie G... H... — Bouzaréa

TABLEAU 7.

Vache de race Bordelaise.
Agée de 6 ans, 3e veau.
Alimentation : luzerne, fourrage, tourteaux, son.

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 15 février 1939 à 16 heures.
1re traite effectuée 3 heures après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	3 h.	750 cc.	1059	3 gr. 05	24 gr.	41 gr.	110 gr.	60,90	69,42
2e »	1 jour	2 litres	1042	2 gr. 70	31 gr.	40 gr.	70 gr.	63,74	70,11
3e »	2 jours	4 »	1038	2 gr.	35 gr. 50	38 gr.	49 gr.	58,91	63,62
4e »	3 »	5 »	1034	1 gr. 80	43 gr. 60	34 gr.	35 gr.	65,63	69,56
5e »	4 »	11 »	1033	1 gr. 50	49 gr. 40	35 gr.	32 gr.	67,86	71,93
6e »	5 »	14 »	1032	1 gr. 55	48 gr. 80	34 gr. 50	30 gr. 75	67,85	71,92
7e »	6 »	17 »	1033	1 gr. 40	51 gr. 10	35 gr.	30 gr.	68,37	72,47
8e »	7 »	16 »	1029	1 gr. 44	50 gr.	36 gr.	29 gr. 50	67,74	71,80

Laiterie N... B... — Guyotville

TABLEAU 8.

Vache Hollandaise.
Agée de 8 ans, 3e veau.
Alimentation : vert, fourrage, tourteaux, son.

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 27 février 1939.
1re traite effectuée 3 heures après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	3 h.	2 litres	1059	3 gr. 74	24 gr. 91	38 gr. 70	108 gr.	70,02	79,82
2e »	1 jour	3 »	1056	3 gr. 27	32 gr. 85	35 gr. 40	108 gr.	72,37	81,77
3e »	2 jours	5 »	1045	2 gr. 57	39 gr. 60	36 gr. 60	35 gr.	70,79	75,03
4e »	3 »	6 »	1041	1 gr. 87	46 gr. 56	36 gr. 40	34 gr. 75	69,42	73,58
5e »	4 »	12 »	1035	1 gr. 90	44 gr. 30	25 gr. 80	35 gr.	67,52	70,89
6e »	5 »	15 »	1034	1 gr. 80	48 gr.	25 gr. 55	34 gr.	70,03	73,53
7e »	6 »	18 »	1033	1 gr. 50	50 gr. 67	25 gr.	30 gr. 75	69,13	72,58
8e »	7 »	17 »	1033	1 gr. 40	51 gr. 42	26 gr.	29 gr.	68,69	72,12

Laiterie G... H... — Bouzaréa

TABLEAU 9.

Vache de race Bordelaise.
Agée de 5 ans, 2e veau.
Alimentation : luzerne, fourrage, tourteaux et son.

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 22 mars 1939 à 13 heures.
1re traite effectuée 4 heures après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	4 h.	1 litre	1058	2 gr. 92	30 gr. 51	42 gr.	114 gr. 40	65,86	75,08
2e »	1 jour	3 litres	1039	2 gr.	37 gr. 50	38 gr.	49 gr. 50	61,91	66,86
3e »	2 jours	5 »	1035	1 gr. 75	43 gr. 02	37 gr. 10	42 gr.	63,03	67,44
4e »	3 »	10 »	1032	1 gr. 55	45 gr. 75	36 gr. 50	37 gr.	64,80	69,33
5e »	4 »	12 »	1032,5	1 gr. 60	44 gr. 50	38 gr.	37 gr. 75	64,15	68,64
6e »	5 »	15 »	1031	1 gr. 40	49 gr. 70	35 gr.	31 gr. 75	66,97	70,98
7e »	6 »	14 »	1029	1 gr. 45	47 gr. 80	37 gr.	31 gr.	65,66	69,59
8e »	7 »	15 »	1029	1 gr. 40	50 gr. 10	38 gr.	30 gr.	67,37	71,41

Laiterie R... I... — Chéragas

TABLEAU 10.

Vache de race Comtoise.
Agée de 4 ans 1/2, 3e veau.
Alimentation : son, tourteaux, fourrage.

Etat général : bon.
Jour du vêlage : 4 avril 1939 à 4 heures.
1re traite effectuée 5 heures après vêlage.

	Temps après vêlage	Traite totale	Densité à + 15°	Chlorures	Lactose hydraté	Beurre	Protides totaux	C.M.S.	
								apparente	réelle
1re traite	5 h.	355 cc.	1071	2 gr. 10	32 gr. 35	37 gr. 80	132 gr.	57,95	67,22
2e »	1 jour	6 litres	1054	1 gr. 63	39 gr. 76	36 gr. 90	54 gr.	59,76	64,54
3e »	2 jours	7 »	1049	1 gr. 521	43 gr. 68	38 gr. 40	49 gr.	62,38	67,37
4e »	3 »	6 »	1043	1 gr. 40	44 gr. 34	38 gr. 40	48 gr.	61,61	66,53
5e »	4 »	8 »	1038	1 gr. 40	44 gr. 34	37 gr. 40	47 gr.	61,61	66,53
6e »	5 »	10 »	1041	1 gr. 392	45 gr. 68	38 gr.	47 gr.	62,85	67,87
7e »	6 »	12 »	1039	1 gr. 383	49 gr. 30	37 gr. 30	39 gr.	66,36	71
8e »	7 »	14 »	1035	1 gr. 381	49 gr. 95	36 gr.	30 gr. 75	66,99	71
9e »	8 »	13 »	1033	1 gr. 385	49 gr.	37 gr.	31 gr.	66,09	70,05
10e »	9 »	16 »	1033	1 gr. 38	51 gr. 40	37 gr.	30 gr. 70	68,43	72,53

Résultats d'une analyse portant sur le *lactosérum* de 2 échantillons de lait colostral.

Laiterie H... — Bouzaréa

Vache de race Comtoise croisée.

Agée de 8 ans, 6e veau.

Alimentation : herbe, tourteaux.

Jour du vêlage : 15 mars 1941 à 3 heures.

	Temps après vêlage	Traite totale	Chlorures	Lactose hydraté	C. M. S. réelle
1re traite	2 heures	450 cc.	3 gr. 10	34 gr. 15	71,04
2e »	26 heures	950 cc.	2 gr. 45	42 gr. 55	71,70

Cette analyse a été effectuée, à la demande de M. le Professeur Musso, sur le lactosérum de deux échantillons de lait colostral pour vérifier si la constante moléculaire simplifiée réelle obtenue directement sur le lactosérum est comparable à la constante moléculaire simplifiée réelle calculée selon les coefficients de correction habituels (correction due au volume occupé par les matières protéiques et la matière grasse).

Cette vérification est nécessaire, car la C.M.S. réelle, c'est-à-dire la C.M.S. rapportée au litre de lactosérum, a été établie pour un lait normal, et non pour un lait colostral, qui contient de fortes proportions d'albumine à côté de la caséine et un taux de beurre souvent au-dessus de la moyenne.

En comparant les C.M.S. réelles des laits colostraux aux C.M.S. réelles du lactosérum des deux échantillons, nous voyons que les chiffres obtenus sont très voisins. Ils dépassent en général le *minimum* 70.

D'après ces analyses de vérification, les corrections (dues au volume occupé par les matières protéiques et le beurre) effectuées pour transformer la C.M.S apparente en C.M.S. réelle dans un lait normal, peuvent être appliquées, sans erreur sensible, au lait colostral.

Interprétation des Résultats Analytiques

Les déterminations précédentes effectuées sur les laits colostraux indiquent que :

1°) La *densité* du colostrum recueilli sitôt après la mise bas est très élevée (1.056 à 1071). Cette densité élevée persiste pendant les deux ou trois premiers jours qui suivent.

2°) Le taux des *chlorures* est très variable, mais cependant très élevé dans les premières traites. Ex. : tableau n° 8 : 3 gr. 74. Puis il va en diminuant pour atteindre son chiffre normal six à huit jours après le vêlage, soit 1 gr. 50 environ.

3°) Le taux du *lactose* est très faible dans les premières traites (ex. : tableau n° 2 : 19 gr. 20). Puis il va en augmentant et atteint son niveau normal au bout de six à huit jours.

4°) La teneur en *matières protéiques* est très élevée (ex. : tableau n° 5 : 140 gr.). Elle atteint son niveau normal au bout de six à huit jours.

5°) La teneur en *beurre* est assez variable ; elle est cependant toujours plus élevée dans les deux premières traites.

6°) La période colostrale est très variable; mais on peut dire que les éléments du lait redeviennent normaux au bout de cinq à sept jours après vêlage.

L'examen des chiffres du chlorure et du lactose nous montre qu'une *augmentation du chlorure est toujours compensée par une diminution sensiblement proportionnelle du lactose, et inversement.* Sachant que 1 gr. de chlorure équivaut isotoniquement à 11,9 grammes de lactose, une augmentation de 1 gr. de chlorure devrait amener une diminution de 11 à 12 grammes de lactose, et inversement.

Or, dans les analyses des laits colostraux, nous remarquons qu'une augmentation de 1 gr. de chlorure amène une diminution de 12 à 13 gr. de lactose et inversement.

Cette petite différence ne porte nullement atteinte à la loi biologique énoncée par Ch. Porcher « c'est « le maximum de sucre de lait qui, naturellement, « se trouve en face du minimum de sel, et notam- « ment du chlorure de sodium ; c'est le minimum « de lactose qui doit faire vis-à-vis au maximum de « matières minérales. »

Les chiffres obtenus dans le calcul des constantes moléculaires simplifiées réelles des laits colostraux

se rapprochent du minimum calculé pour les laits normaux soit 70, et souvent le dépassent.

La forte proportion des matières protéiques (ex. : tableau n° 5 : 140 gr.) dans les deux ou trois premières traites après vêlage amène une élévation de la C.M.S. réelle. Dans les jours qui suivent, le taux des matières protéiques diminue et devient normal (30 gr. environ) ; à ce moment, la C.M.S. réelle a une valeur exacte.

Conclusions

Conclusions

De nos analyses, il résulte :

1°) que la loi de Porcher : *équilibre qui existe dans le lait entre le lactose et le chlorure de sodium*, établie pour le lait normal de vache, se trouve vérifiée pour le lait colostral, à savoir qu'*une diminution du lactose est toujours compensée par une augmentation du chlorure de sodium, et inversement.*

2°) que les constantes moléculaires simplifiées réelles d'un lait colostral se rapprochent de celles d'un lait normal.

Bibliographie

Bibliographie

1. PORCHER (Ch.). — *Revue Générale du Lait*, 1906. Le chlorure de sodium dans le lait. et *Annales des Falsifications*, janvier 1923, p. 18.

1 bis. PORCHER (Ch.). — *Annales des Falsifications*, janvier 1923, p. 39.

2. PANISSET. — La production du lait. Lait et Colostrum. *Vie Agricole et Rurale*, 6 août 1921. - Dans la *Revue « Le Lait »*, 1921, tome I, p. 451.

3. PORCHER (Ch.). — *Revue « Le Lait »*, 1930, p. 1.133.
Le colostrum et sa charge saline.

4. RODILLON.. — *Analyse des laits*, page 19.

5. VILLIERS, COLLIN, & FAYOLLE. — *Aliments lactés et Aliments gras*, 1911, p. 14.

6. PORCHER (Ch.). — *Revue « Le Lait »*, 1925, tome V, p. 883. Contributions à la connaissance du colostrum chez la vache de Engel et Schlag. (*Mitchwirtschaftlich Forschangen*, novembre 1924, n^{os} 1 et 2, p. 1 à 15.)

6 bis. PORCHER (Ch.). — *Revue « Le Lait »*, 1923. Du chlorure de sodium dans le lait.

7. PAGES. — Physiologie de la matière minérale du lait. *Thèse de Doctorat ès-Sciences*, Paris, 1884.

8. JOLY & FIHOL. — *Mémoires de l'Académie de Belgique*, 1855, tome III.

9. BARTHE, CHAPUT, & DELLUC. — *Revue « Le Lait » de Ch. Porcher*, 1923, p. 18.

10. BOGGILD. — Dans *Revue « Le Lait » de Ch. Porcher*, 1923, p. 19.

11. WINTER & PARMENTIER. — Cryoscopie du lait dans *Revue du Lait*, 3e année, 1903-1904, p. 192.

12. KOEPPE, NAGELSCHMIDT, & STRAUSS. — *Annales des Falsifications*, 4e année, janvier 1923, p. 17.

13. STOECKLIN. — La cryoscopie du lait. *Annales des Falsifications*, 4e année, 1911, p. 232.

14. PORCHER (Ch.) & CHEVALLIER (A.). — *Annales des Falsifications*, janvier 1923, p. 20 et 21.

15. MATHIEU & FERRE. — Caractérisation du mouillage des laits par une constante de concentration moléculaire. (*Annales des Falsifications*, 1914, p. 12.)

16. CHARPENTIER-VOLHARD. — *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils*, juillet 1870. Cité *in* Denigès, *Précis de Chimie analytique*, 1931.

17. MASSOT & LESTRA. — *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, 1935, tome XLIII, n° 10, pp. 523-526.

18. RASNYAK & KELLNER. — Dosage des chlorures dans les organes et les aliments. *Biochem. Zs.*, 133.

19. DUDLEY (A.), HUSBAND, & GODDEN (W.). — Sur le dosage des chlorures dans le lait. *Biochem. Journ.*, 1927, t. XXI, pp. 259-261.

20. WERDER (J.). — Dosage du chlore dans le lait sans incinération de l'extrait. *Revue « Le Lait » de Ch. Porcher*, 1921, t. I, p. 413.

21. MASSOT & LESTRA. — P. 523-526.

22. DENIGES. — *Précis de Chimie analytique*, 1931, pp. 369-379.

23. TREADWELL. — *Manuel de Chimie analytique*, t. II. Analyse quantitative, 1932, p. 659.

24. PIETTRE (M.). — Dosage des protides du lait. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1924, t. XXX, pp. 48-49.

25. SANDERS. — *Journal Assoc. Off. Agri. Chem.*, t. XVI, 1933, pp. 140-146.

26. VAN DER BURG (B.) & KOPPEJAN (M.C.A.). — Le dosage du chlorure dans le lait. *Revue « Le Lait » Ch. Porcher*, 1924, t. IV, p. 81.

27. RAQUET & KERLEVEO. — Dosage des chlorures dans le lait. *Annales des Falsifications*, 1927, n° 228, p. 580.

28. PAGET & DUPONT. — Microdosage du lactose à l'aide d'un nouvel agent de défécation. *Comptes Rendus Société Biologie*, 1935, t. CXVIII, p. 1.536.

29. FRANÇOIS. — *Manipulations de chimie analytique appliquée*, p. 201.

30. GEYER (E.). & ROSTSCH. — Dosage mercurimétrique des chlorures dans le lait. *Revue « Le Lait » de Ch. Porcher*, mars 1935, p. 290.

31. MARCHAND & GIRARD. — D'après DENIGÈS, *Précis de Chimie analytique*, p. 370 et suivantes.

32. SCHMIDT & HANNEBERG. — D'après VILLIERS, COLLIN, & FAYOLLE : *Aliments gras et lactés*, p. 46.

33. LISTER GERBER. — D'après *Annales de Chimie analytique*, 2-455.

34. FOUARD. — *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 20-420.

35. SICHLER. — *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 21-368.

36. SOXHLET. — *Le Moniteur Scientifique*, 1881, p. 236.

37. LINDET (M.). — D'après VILLIERS, COLLIN, & FAYOLLE : *Aliments gras et lactés*, p. 148.

38. LE COMTE. — D'après DENIGÈS : *Précis de Chimie analytique*, t. II, p. 378.

39. BAUDOIN & LEWIS. — Une nouvelle méthode de dosage de petites quantités de sucre. *Bulletin de la Société de Chimie biologique*, 1927, t. IX, p. 280.

40. POLONOVSKI (M.) & LESPAGNOL (A.). — Sur une semi-microméthode d'analyse rapide et complète du lait de ferme. *Bulletin Société Chimie Biologique*, 1930, t. XII, n° 9, p. 1.195.

41. HAGEDORN JENSEN. — *Biochem. Zeitschr.*, 1923, t. CXXXV, p. 46 - 1923, t. CXXXVII, p. 92.

42. PACINI (A.-J.-P.) & RUSSEL (P.-W.). — A methode for the colorimetric determination of lactose in milk. *Journal of Biol. Chim.*, 1918, t. XXXIV, p. 505.

43. FONTES & THIVOLLE. — Méthode de microdosage manganimétrique du lactose. *Revue « Le Lait » de Porcher*, 1922, t. II, p. 81.

44. PATEIN. — D'après *Chimie biologique médicale* de VILLE & DERRIEN, 1931.

45. CARREZ. — D'après *Précis de Chimie analytique* de DENIGÈS, 1931, t. II, p. 380.

46. DENIGES. — *Précis de Chimie analytique*, t. II, p. 379.

47. SOICHORO MIURA. — Dosage du lactose dans le lait ; influence du lactosérum privé ou non des matières albuminoïdes. *Acta Scholæ Medicinalis Universitatis Imperalis in Kioto*, 1917, vol. II, fasc. IV, pp. 413-423. - In « *Le Lait* » *de Ch. Porcher*, 1921, t. I, p. 517.

48. HANS WEISS. — D'après Revue *Le Lait* de PORCHER, 1922, t. II, p. 123.

49. CARREZ. — D'après DENIGÈS : *Précis de Chimie analytique*, 1931, t. II, p. 380.

50. CAUSSE BONNANS. — D'après DENIGÈS : *Précis de Chimie analytique*, 1931, t. I, pp. 706-707.

51. TRILLAT & SAUTON. — *B.S.C.*, 35-906.

52. DENIGES. — *Précis de Chimie analytique*, 1931, t. II, p. 390 et suivantes.

53. STEWART (AD.) & MITRA (DD.). — Méthode colorimétrique pour la détermination du lait. Dans Revue *Le Lait* de Ch. PORCHER, 1936, p. 296.

54. LASCAR BURUIANA. — Dans revue *Le Lait* de PORCHER, 1933, t. XIII, p. 1.214.

55. PORCHER (CH.). — Revue *Le Lait*, 1934.

VU :

Le Président de Thèse, — *Le Doyen,*

MUSSO. — LEBON.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Alger, le 28 Mai 1941.

Le Recteur,

HARDY.

Imprimerie S. CRESCENZO 8, Rue Drouillet - ALGER Nord-Africaine